

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-343539  
(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.CI. G02B 6/12

(21)Application number : 2000-165296 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>  
NTT ADVANCED TECHNOLOGY  
CORP

(22)Date of filing : 02.06.2000 (72)Inventor : TOMARU AKIRA  
MARUNO TORU  
ENBUTSU KOUJI  
MURATA NORIO

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical waveguide element which has low loss, high performance and high reliability by using a reactive oligomer described hereunder.

**SOLUTION:** The material hardened by polymerizing the reactive ligomer which is expressed by a general structural formula described hereunder (a), therein, R1, R2 are substituents such as alkyl group, or a mixture containing the said reactive oligomer and a reactive oligomer having an epoxy ring are used for core and clad. As the optical waveguide element of high quality is conveniently provided, various optical transmission systems which are used in the field of general optics and micro optics and, further, in the field of light communication and optical information processing are inexpensively introduced by using this element.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-343539

(P 2001-343539 A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(51) Int. C1. 7

G 02 B 6/12

識別記号

F I

G 02 B 6/12

テ-マコ-ド (参考)

N 2H047

審査請求 未請求 請求項の数 2

OL

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-165296 (P2000-165296)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(22) 出願日 平成12年6月2日 (2000. 6. 2)

(71) 出願人 000102739

エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ  
株式会社

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

(72) 発明者 都丸 晓

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100082717

弁理士 雨宮 正季

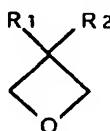
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光導波路素子

(57) 【要約】

【課題】下記の反応性オリゴマーを用いることによって  
低損失で高性能かつ高信頼性を有する光導波路素子を実  
現する。

【解決手段】下記一般構造式 (a)

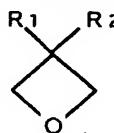


(但し、R 1, R 2 はアルキル基などの置換基である)  
で表される反応性オリゴマーあるいはこれとエポキシ環  
を有する反応性オリゴマーを含む混合物を重合硬化させ  
たものをコア、クラッドに使用する。

【効果】高品質な光導波路素子が簡便に実現され、本發  
明の素子を用いることによって、一般光学や微小光学分  
野で、また、光通信や光情報処理の分野で用いられる種  
々の光伝送システムを安価に導入できる。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 下記一般構造式(a)



(但し、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はアルキル基、アルコキシ基、エーテル基、カルボキシル基、アミノ基、アルデヒド基、エポキシ環、芳香環、複素環、オキセタン環、フルオロハイドロカーボン基、フルオロカーボン基、カルボニル基、チオカルボニル基のいずれか一つあるいは複数以上を含む置換基である)で表される反応性オリゴマーを少なくとも1種以上含む混合物と、この混合物を熱あるいは光で重合を開始させることができる重合開始剤とから構成される重合性混合物を硬化させて得られる高分子膜をコア及びクラッド部のいずれかあるいは両方に用いることを特徴とする光導波路索子。

【請求項2】 前記反応性オリゴマーを少なくとも1種以上と、エポキシ環を有する反応性オリゴマーを1種以上を含む混合物と、これら反応性オリゴマーを熱あるいは光で重合を開始させることができる重合開始剤とから構成される重合性混合物を硬化させて得られる高分子膜をコア及びクラッド部のいずれかあるいは両方に用いることを特徴とする請求項1記載の光導波路索子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光導波路素子、さらに詳細には一般光学や微小光学分野で、また、光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光集積回路又は光配線板等に利用できる光導波路素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光情報処理、光通信分野で用いる光導波路は集積化、微小化、高機能化、低価格化を目指して近年検討が盛んになってきている。実際に石英系光導波路素子が光通信分野の一部では実用化されるに至っている。(文献: 河内正夫、NTTR&D vol. 43 No. 11 p. 101 (1994))。また、安価な材料を用いて、簡便な作製法が選択できる高分子導波路の検討も盛んである。

【0003】 高分子材料からなる光導波路の作製方法としては、高分子材料の中にモノマーを含ませ、光照射によりモノマーと反応させ非照射部分との屈折率差を作るフォトロッキングあるいは選択光重合法(黒川ら、アプライドオプティックス17巻646ページ、1978年)、リソグラフィやエッチングなど半導体加工に用いる方法の適用(今村ら、エレクトロニクスレター、27巻1342ページ、1991年)、重合性高分子あるいはレジストを用いた方法(トレウェラら、SPIE 1177巻379ページ、1989年)がある。

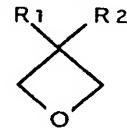
【0004】 特に重合性高分子を用いコアリッジを形成して導波路を形成する方法はその作製方法が簡便で低価格化には適しているが、重合性高分子の場合、作製されるコアリッジ形状の均一性、再現性に問題が起つたり、重合反応後に吸収損失を大きくする置換基、例えばOH基が残り損失が悪くなったり、吸水率が高くなつて信頼性が不十分であつたりする問題点があり、その導波路特性が石英系光導波路素子と同程度の光学特性、信頼性を有する光導波路は作製されていなかった。

【0005】 本発明はこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、高分子材料を用いて低価格化と高性能化、高信頼性を同時に満足する光導波路素子を実現することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明はこれらの欠点を下記の一般構造式(a)を有する反応性オリゴマーを用いることによって低損失で高性能かつ高信頼性を有する光導波路素子を実現することによって解決するものである。

## 【0007】 一般構造式(a)



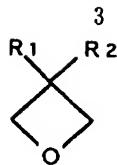
【0008】 (但し、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はアルキル基、アルコキシ基、エーテル基、カルボキシル基、アミノ基、アルデヒド基、エポキシ環、芳香環、複素環、オキセタン環、フルオロハイドロカーボン基、フルオロカーボン基、カルボニル基、チオカルボニル基のいずれか一つあるいは複数以上を含む置換基である)

【0009】 で表される反応性オリゴマーを少なくとも1種以上含む混合物と、この混合物を熱あるいは光で重合を開始させることができる重合開始剤とから構成される重合性混合物を硬化させて得られる高分子膜をコア及びクラッド部のいずれかあるいは両方に用いることを特徴とする。

【0010】 本発明によれば高品質な光導波路素子が簡便に実現され、本発明の素子を用いることによって、一般光学や微小光学分野で、また、光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光伝送システムを安価に導入できる。

【0011】 本発明をさらに詳しく説明すると、本発明は上述のように一般構造式(a)の反応性オリゴマーを使用する。

## 【0012】 一般構造式(a)



【0013】(但し、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はアルキル基、アルコキシ基、エーテル基、カルボキシル基、アミノ基、アルデヒド基、エポキシ環、芳香環、複素環、オキセタン環、フルオロハイドロカーボン基、フロロハイドロカーボン基、カルボニル基、チオカルボニル基のいずれか一つあるいは複数以上を含む置換基である)

【0014】一般構造式(a)の化合物を一般的にはオキセタン類と呼ぶが、具体的には3-エチル-3-ヒドロキシメチルオキセタン、3-エチル-3-(フェノキシメチル)オキセタン、1,4-ビス((3A、エチル-3-オキセタニル)メトキシ)メチル)ベンゼン、ジ(1-エチル(3-オキセタニル))メチルエーテル、3-エチル-3-(2-エチルヘキシロメチル)オキセタン等の反応性オリゴマーが挙げられる。

【0015】なお、本発明の光導波路に用いる反応性オリゴマーの高分子化は、成分中に含まれる反応基間の光による反応によって重合することで行われる。反応を効率よく十分に起こさせるために光重合開始剤を添加する。光重合開始剤としては一般に光重合開始剤として用いられているものであればよく、ジアゾニウム塩、スルホニウム塩、ヨードニウム塩、セレニウム塩などエポキシ樹脂に有効性が知られている公知の化合物を任意に選択して使用することができる。

【0016】ジアゾニウム塩はAr-N<sub>2</sub><sup>+</sup>X<sup>-</sup>で表わすことができる。Arとしては例えば、オルト、メタ、パラの各ニトロフェニル、メトキシフェニル、2,5-ジクロロフェニル、p-(n-モルホリノ)フェニル、2,5-ジエトキシ-4-(p-トリメルカプト)フェニル等の基を示すことができる。X<sup>-</sup>はアニオンを表し、例えばBF<sub>4</sub><sup>-</sup>、FeCl<sub>4</sub><sup>-</sup>、PF<sub>6</sub><sup>-</sup>、AsF<sub>6</sub><sup>-</sup>、SbF<sub>6</sub><sup>-</sup>等を示すことができる。

【0017】スルホニウム塩としては、例えばビス[4-(ジフェニルスルホニウム)フェニル]スルフィド-ビス-ヘキサフルオロホスフェート、ビス-[4-(ジフェニルスルホニル)フェニル]スルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート等の他に特公昭59-42688号公報の同15頁第24行目から同第18頁第1行目に記載されている化合物を用いることができる。

【0018】ヨードニウム塩としては例えばジ-(4-tert-ブチルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロオスフェート、ジ-(4-tert-ブチルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート等の他に特公昭59-42688号公報の同11頁第28行目から同第12頁第30行目に記載されている化合物を用いることができる。

【0019】セレニウム塩としてはトリフェニルセレンiumヘキサフルオロアンチモネート、4-tert-ブチルフェニルジフェニルテトラフルオロボレート、2,3-ジメチルフェニルジフェニルアンチモネート等が挙げられる。

【0020】一般構造式(a)で表される化合物と混合して使用される化合物としては同種のオキセタン類以外にエポキシ環を含む化合物を挙げることができ、エポキシ環を含む化合物と混合して光硬化させることにより、耐熱性、耐湿性に優れた硬化物を得ることができる。

【0021】エポキシ環を含む化合物の例としては、

3,4-エポキシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、ビニルシクロヘキセンジオキシド、アリルシクロヘキセンジオキシド、8,4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル-5,5-スピロ-3,4-エポキシ)シクロヘキサン-m-ジオキサン、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)アジペート、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)エーテル、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)エーテル、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)ジエチルシロキサン等の脂肪族環状エポキシ化合物、ポリブタジエンジグリシジルエーテル、ポリ-1,4-(2,3-エポキシブタン)-CO-1,2-(8,4-エポキシ)-CO-1,4-ブタジエンジオール、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1,6-ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ジブロモネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、o-フタル酸グリシジルエステル、トリメチロールプロパンポリグリシジルエーテル、ジグリセロールポリグリシジルエーテル、ポリグリセロールポリグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、フェノールペンタ(オキシエレン)グリシジルエーテル、p-tert-ブチルフェニルグリシジルエーテル、ジブロモフェニルグリシジルエーテル、ラウリルアルコールペンタデカ(オキシエレン)グリシジルエーテル、ソルビタンポリグリシジルエーテル、ベンタエリスリ4トールポリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレート、レゾルシンジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレングリコールジグリシジルエーテル、アジピン酸ジグリシジルエステル、ヒドロキノンジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、テレフタル酸ジグリシジルエステル、グリシジルフ

タルイミド、ジプロモフェニルグリシジルエーテル、ジプロモネオベンチルグリコールジグリシジルエーテル、セチルグリシジルエーテル、ステアリルグリシジルエーテル、p-オクチルフェニルグリシジルエーテル、p-フェニルフェニルグリシジルエーテル、グリシジルベンゾエート、グリシジルアセテート、グリシジルブチレート、スピログリコールジグリシジルエーテル、還元マルトースポリグリシジルエーテル、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ビスフェノールGジグリシジルエーテル、テトラメチルビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシジルエーテル、ビスフェノールCジグリシジルエーテル、1, 3-ビス(1-(2, 3-エポキシプロポキシ)-1-トリフルオロメチル-2, 2-トリフルオロエチル)ベンゼン、1, 4-ビス(1-(2, 3-エポキシプロパキシ)-1-トリフルオロメチル-2, 2-トリフルオロエチル)ベンゼン、4, 4'-ビス(2, 3-エポキシプロポキシ)オクタフルオロビフェニル、テトラグリシジル-m-キシリレンジアミン、テトラグリシジルジアミノジフェニルメタン、トリグリシジル-パラアミノフェノール、トリグリシジル-メタアミノフェノール、ジグリシジルアニリン、ジグリシジルトリプロムアニリン、テトラグリシジルビスマミノメチルシクロヘキサン、テトラフルオロプロピルグリシジルエーテル、オクタフルオロベンチルグリシジルエーテル、ドデカフルオロオクチルジグリシジルエーテル、スチレンオキシド、リモネンジエポキシド、リモネンモノオキシド、 $\alpha$ -ピネンエポキシド、 $\beta$ -ピネンエポキシド等のエポキシ化合物が挙げられる。

【0022】本発明は上述の構造式(a)を有する反応性オリゴマーを含んでいる重合性物質を光導波路のコア及びクラッドのいずれかあるいは両方に用いる。

【0023】(1) この重合性物質を硬化させてまずクラッドを形成し、そのクラッドより硬化した際に屈折率が高くなる前記重合性物質を塗布し、これにマスクを通してあるいは直接光を照射してパターン上に潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することによりパターンを形成しこの部分を光が通るコア部分とし、さらにその上部に硬化した際にコア部より屈折率が低くなる重合性物質を塗布して紫外線照射により上部クラッドを形成する方法により光導波路を作製することが可能である。

【0024】(2) これ以外の導波路形成方法としては最初に下部クラッド層、コア層の平坦膜を積み重ねた後、コア層をフォトレジスト工程によりパターン化した後、反応性イオンエッティングによりコアリッジを形成し、その後上部クラッドを被せて導波路構造とすることも可能である。

【0025】本発明では、前記反応性オリゴマーを含む重合性物質が、上記(1)に記述した方法におけるパターン形成が可能であることを見い出し、しかも従来の重合性物質に比較してパターン形成能が極めて優れることを利用して本発明を完成するに至った。

【0026】すなわち、本発明は、光照射により膜を硬化し適当な溶媒で現像することにより急峻で滑らかな壁面を持つパターンを形成できることを基にしており、このパターンを導波路のコアリッジに用いることにより本発明の光導波路素子を実現するものである。また従来、この種のリッジパターン形成法では厚膜形成が困難・加工の再現性に乏しいのに対し、再現性よくパターン形成が可能となった。

【0027】さらに上記(2)に記載の光導波路形成方法、すなわち反応性イオンエッティングによりコアリッジを形成し、その後上部クラッドを被せて導波路構造とする方法においてもエッティング表面が滑らかな光導波路が作製可能であることがわかった。

【0028】以下に本発明における有効性を列挙する。  
【0029】(1) 本発明における構造式(a)の反応性オリゴマーを含む重合性物質は硬化する前の状態が液体であり、均一性を高くできるので、紫外、可視域の光透過特性に優れ、光照射により硬化する膜を得る場合にも膜が厚くなても十分な解像度を有し、散乱損失等の少ない導波路を実現することが可能である。

【0030】(2) 本発明における構造式(a)の反応性オリゴマーを含む重合性物質は硬化する前の状態が液体であるため、凹凸を有する部分があっても平坦化が可能で、くまなく浸透し、様々な形状に対応した膜形成が容易となり、多様な光導波路素子が作製可能である。

【0031】(3) 本発明における一般構造式(a)の重合性物質はオリゴマーがランダムに連結され硬化するため、複屈折性の小さい光導波路が実現可能である。

【0032】(4) 本発明における構造式(a)の反応性オリゴマーを含む重合性物質は数種類のオリゴマー材料を混合することにより調整されたため本発明の光導波路素子を構成するコア、クラッドの屈折率を広範囲で制御することができるためマルチモード導波路からシングルモード導波路まで多様な光導波路素子を得ることができる。

【0033】(5) 本発明における一般構造式(a)の反応性オリゴマーは開環反応を行う際OH基を生じないため、近赤外域(1. 4  $\mu$ m付近)においてOH基の吸収損失が少なく、本発明による光導波路は損失を少なくすることが可能である。

【0034】(6) 本発明における構造式(a)の反応性オリゴマーは開環反応を行う際OH基を生じないので疎水性に富むため、吸水率が低く恒温恒湿等の環境下においても信頼性の高い光導波路素子を実現することが可能となる。

## 【0035】

【実施例】本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

## 【0036】

【実施例1】以下に示した構造式(1)を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(30wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(40wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を調整した重合性樹脂を準備し、スピンドルコートにより塗布して光硬化させ、下部クラッド10とした。(図1a参照)。この硬化物の屈折率は波長0.85μmで1.53であった。

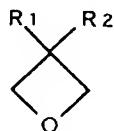
【0037】次に同じ構造を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(40wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(30wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を含むコア用重合性樹脂12を用意し、下部クラッド10上に塗布した(図1b参照)。

【0038】その後、図1cに示したように導波路パターンを有するマスク13越しにUV光14を照射した。照射量は2000mJ/cm<sup>2</sup>であった。その後、この試料を有機溶剤で現像したところ、マスク13のパターンに従い、光照射部のみ液状の反応性オリゴマーの混合物が硬化し、図1dに示すような形状のリッジパターン15が作製できた。

【0039】硬化後の屈折率は波長0.85μmで1.545であった。その後、このリッジパターンに下部クラッド形成時に用いたクラッド用重合性樹脂を塗布して硬化しクラッド16を形成し、導波路を作製した。この操作により屈折率1.52の樹脂からなるクラッド16、1.545の屈折率のUV硬化性樹脂からなるコア17を有するマルチモードチャンネル導波路18が(深さ40μm、幅40μm)作製できた(図1e参照)。

【0040】この光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長0.85μmで0.5dB以下、1.3μmで1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3μmでも0.1dB以下であった。

## 【0041】構造式(1)



## 【0042】

【実施例2】実施例1と同様な方法で構造式(1)を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(30wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(40wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を調整した重合性樹脂を準備し基板上に塗布して光硬化させ、下部クラッドとした。この硬化物の屈折率は波長1.3μmで1.525であった。

【0043】次に構造式(1)を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(35wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(35wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を含む重合性樹脂をスピンドルコートにより塗布した。その後、Y分岐導波路パターンを有するマスク越しにUV光を照射した。照射量は2000mJ/cm<sup>2</sup>であった。その後、この試料を有機溶剤で現像したところ、マスクパターンに従い、光照射部のみ液状の反応性オリゴマーの混合物が硬化し、図2に示すようなY分岐形状のリッジパターン20が作製できた。

【0044】硬化後の屈折率は波長1.3μmで1.535であった。その後、このリッジパターンに下部クラッドに用いた重合性樹脂を塗布して硬化し、導波路を作製した。この操作により屈折率1.525の樹脂からなるクラッド、1.535の屈折率のUV硬化性樹脂からなるコアを有するシングルモードチャンネル導波路が(深さ6μm、幅6μm)作製できた。

【0045】この光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長1.3μmで0.5dB以下、1.55μmで1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3μmでも0.1dB以下であった。また150℃の高温下でも顕著な損失増加はなく、十分な耐熱性があった。Y分岐についても作製できたが、過剰損失0.2dB前後と良好な結果であった。

## 【0046】

【実施例3】実施例1と同様な方法で構造式(2)を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(30wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(40wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を調整した重合性樹脂を準備し基板上に塗布して光硬化させ、下部クラッドとした。この硬化物の屈折率は波長1.3μmで1.535であった。

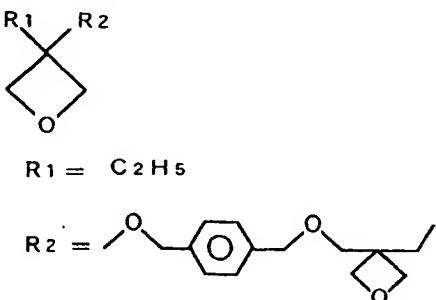
【0047】次に構造式(2)を有する反応性オリゴマーを一成分(10wt%)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(35wt%)、4-エポキシー-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド(35wt%)アリルグリシジルエーテル(18wt%)からなる混合物と光重合開始剤2wt%を調整した重合性樹脂を準備し基板上に塗布して光硬化させ、下部クラッドとした。この硬化物の屈折率は波長1.3μmで1.535であった。

ルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド（35wt%）アリルグリシジルエーテル（18wt%）からなる混合物と光重合開始剤2wt%を含む重合性樹脂をスピニコートにより塗布した。その後、Y分岐導波路パターンを有するマスク越しにUV光を照射した。照射量は2000mJ/cm<sup>2</sup>であった。その後、この試料を有機溶剤で現像したところ、マスクパターンに従い、光照射部のみ液状の反応性オリゴマーの混合物が硬化し、Y分岐形状のリッジパターンが作製できた。

【0048】硬化後の屈折率は波長1.3μmで1.545であった。その後、このリッジパターンに下部クラッドに用いた重合性樹脂を塗布して硬化し、導波路を作製した。この操作により屈折率1.535の樹脂からなるクラッド、1.545の屈折率のUV硬化性樹脂からなるコアを有するシングルモードチャンネル導波路が（深さ6μm、幅6μm）作製できた。

【0049】この光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長1.3μmで0.5dB以下、1.55μmで1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3μmでも0.1dB以下であった。Y分岐の過剰損失0.2dB前後と良好な結果であった。さらに150℃の高温下でも顕著な損失増加はなく、十分な耐熱性があった。一方85℃、85%RHの恒温恒湿下でも顕著な損失増加はなく、十分な対環境信頼性があった。

#### 【0050】構造式(2)



#### 【0051】

【実施例4】実施例1と同様な方法で構造式(2)を有する反応性オリゴマーを一成分（10wt%）、ビスフェノールAジグリシジルエーテル（30wt%）、4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド（40wt%）アリルグリシジルエーテル（18wt%）からなる混合物と重合開始剤2wt%を調整した重合性樹脂を準備し基板上に塗布して100℃で熱硬化させ、下部クラッドとした。この硬化物の屈折率は波長1.3μmで1.535であった。

【0052】次に構造式(2)を有する反応性オリゴマーを一成分（10wt%）、ビスフェノールAジグリシジルエーテル（35wt%）、4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド（35wt%）アリルグリシジルエーテル（18wt%）からなる

混合物と光重合開始剤2wt%を含む重合性樹脂をスピニコートにより塗布した。その後、同様に熱硬化させた。次にフォトレジストをパターン化し、そのレジストをマスクにして酸素ガスによるドライエッチング加工してY分岐導波路パターンを有するコアリッジを得た。作製後の屈折率は波長1.3μmで1.545であった。

【0053】その後、このリッジパターンに下部クラッドに用いた重合性樹脂を塗布して100℃で硬化し、導波路を作製した。この操作により屈折率1.535の樹脂からなるクラッド、1.545の屈折率の樹脂からなるコアを有するシングルモードチャンネル導波路が（深さ6μm、幅6μm）作製できた。

【0054】この光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長1.3μmで0.5dB以下、1.55μmで1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3μmでも0.1dB以下であった。分岐についても過剰損失0.2dB前後と良好な結果であった。

【0055】また150℃の高温下でも顕著な損失増加はなく、十分な耐熱性があった。一方85℃、85%RHの恒温恒湿下でも顕著な損失増加はなく、十分な対環境信頼性があった。

#### 【0056】

【実施例5】実施例4と同じ材料を用いて熱硬化の替わりに光硬化を用いて同様な方法で屈折率1.535の樹脂からなるクラッド、1.545の屈折率の樹脂からなるコアを有するシングルモードチャンネル導波路が（深さ6μm、幅6μm、長さ6cm）作製できた。波長1.3μmで0.5dB以下、1.55μmで1.5dB以下であった。

【0057】また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3μmでも0.1dB以下であった。Y分岐も作製でき過剰損失0.2dB前後と良好な結果であった。また150℃の高温下でも顕著な損失増加はなく、十分な耐熱性があった。

【0058】一方85℃、85%RHの恒温恒湿下でも顕著な損失増加はなく、十分な対環境信頼性があった。この他、光回路の基本回路である方向性結合器、スターカップラー、光導波路型グレーティングリング共振器、MXN合分岐等が作製可能であった。

#### 【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば高品質な光導波路素子が簡便に実現され、本発明の素子を用いることによって、一般光学や微小光学分野で、また、光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光伝送システムを安価に導入できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一般的な作製例。

【図2】本発明におけるY分岐のコアリッジ。

【符号の説明】

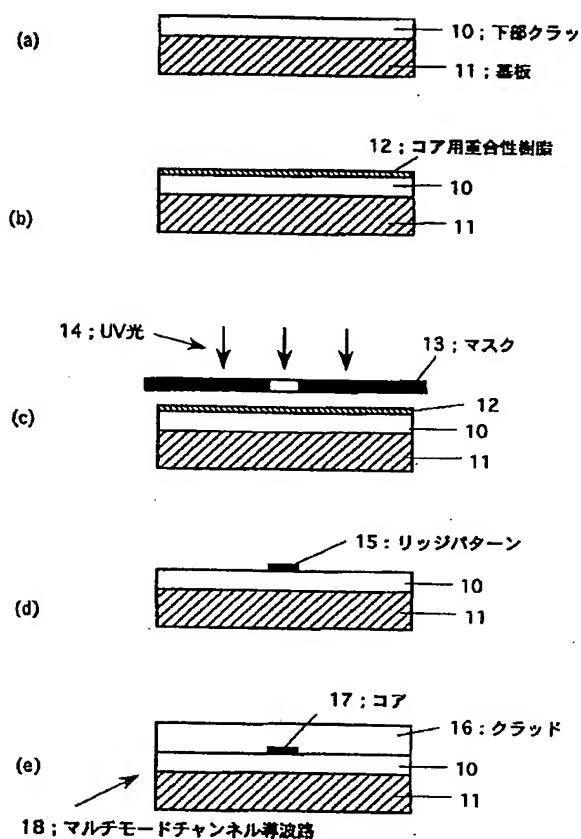
(7)

特開2001-343539

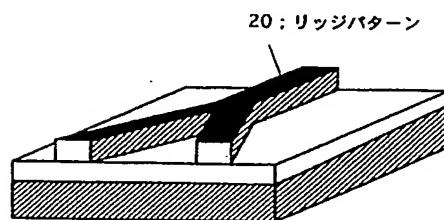
- 10 下部クラッド  
11 基板  
12 コア用重合性樹脂  
13 マスク  
14 UV光

- 15 リッジパターン  
16 クラッド  
17 コア  
18 マルチモードチャンネル導波路  
20 Y分岐形状のリッジパターン

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 丸野 透

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 圆佛 晃次

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 村田 則夫

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 工ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ株式会社内

F ターム(参考) 2H047 QA05 TA42